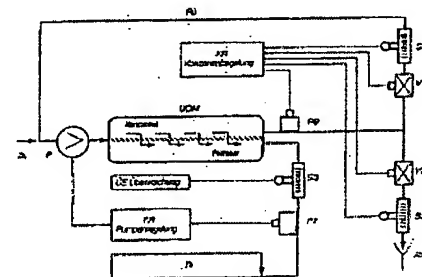


**Reverse osmosis system and method for controlling a reverse osmosis system****Publication number:** DE4331102**Publication date:** 1995-03-16**Inventor:** WALTHER KARL (DE); TAIBON ULRICH (DE); HERBERGER JOSEF (DE); BALTHES INES (DE)**Applicant:** WALTHER MEDIZIN TECHNIK GMBH (DE)**Classification:****- international:** B01D61/12; C02F1/44; A61M1/16; B01D61/02; C02F1/44; A61M1/16; (IPC1-7): C02F1/44; A61M1/16; B01D61/12; G01F1/00; G05D21/00**- European:** B01D61/12; C02F1/44B**Application number:** DE19934331102 19930914**Priority number(s):** DE19934331102 19930914[Report a data error here](#)**Abstract of DE4331102**

A reverse osmosis system for producing permeate for dialysis comprises a supply (Zu), a reverse osmosis module (UOM) with semipermeable membrane, a pump (P), a ring line (Ri) which is connected to the output side and from which permeate is drawn continuously at will, a feed-back line (Rü) and a discharge (Ab) for excess concentrate. It is characterised by a pump control (PR) which is functionally connected to a pressure sensor (P1) for measuring the pressure in the ring line (Ri), as well as a concentrate control (KR) which is functionally connected to two flowrate sensors (S1, S2) and two control valves (V1, V2). The quantities of concentrate fed back or discharged are controlled, and the pump is regulated, in such a way that the system efficiency always remains high in spite of a fluctuating amount of permeate drawn off. Energy and water are thereby saved.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 31 102 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 02 F 1/44**  
B 01 D 61/12  
G 05 D 21/00  
G 01 F 1/00  
A 61 M 1/16

②1 Aktenzeichen: P 43 31 102.4  
②2 Anmeldetag: 14. 9. 93  
④3 Offenlegungstag: 16. 3. 95

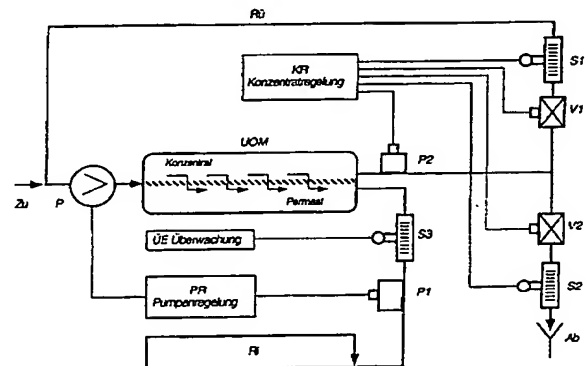
DE 43 31 102 A 1

⑦1 Anmelder:  
Medizin-Technik Walther GmbH, 76698  
Ubstadt-Weiher, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Durm, K., Dr.-Ing.; Durm, F., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte,  
76185 Karlsruhe

⑦2 Erfinder:  
Walther, Karl, 76698 Ubstadt-Weiher, DE; Taibon,  
Ulrich, 76684 Östringen, DE; Herberger, Josef, 68753  
Waghäusel-Wiesental, DE; Balthes, Ines, 76646  
Burchsal, DE

⑤4 Umkehrosmoseanlage und Verfahren zur Regelung einer Umkehrosmoseanlage

⑤7 Eine Umkehrosmoseanlage zur Erzeugung von Permeat für die Dialyse umfaßt einen Zufluß (Zu), ein Umkehrosmosemodul (UOM) mit semipermeabler Membran, eine Pumpe (P), eine ausgangsseitig angeschlossene Ringleitung (Ri), aus der laufend nach Bedarf Permeat entnommen wird, eine Rückföhrleitung (Rü) und einen Abfluß (Ab) für überschüssiges Konzentrat. Kennzeichnend sind eine Pumpenregelung (PR), die mit einem Drucksensor (P1) zur Messung des Drucks in der Ringleitung (Ri) in Wirkverbindung steht, sowie eine Konzentratregelung (KR), die in Wirkverbindung mit zwei Durchflußsensoren (S1, S2) sowie zwei Regelventilen (V1, V2) in Wirkverbindung steht. Die Steuerung der Mengen rückgeführten bzw. verworfenen Konzentrats und die Regelung der Pumpe erfolgt so, daß der Systemwirkungsgrad trotz schwankender Menge entnommenen Permeats stets gleichbleibend hoch ist. Hierdurch wird Energie und Wasser gespart.



DE 43 31 102 A 1

Die Erfindung betrifft eine Umkehrosmoseanlage zur Erzeugung von Permeat, insbesondere für die Dialyse. Derartige Umkehrosmoseanlagen dienen der Aufbereitung des Dialysewassers in Hämodialysestationen von Kliniken.

Kern einer Umkehrosmoseanlage ist ein Umkehrosmosemodul mit einer semipermeablen Membran. Dem Modul wird Leitungswasser zugeführt, in dem Substanzen wie anorganische Salze gelöst sind. Um aus dem zugeführten Rohwasser das benötigte Reinwasser zu erzeugen, wird mittels einer Hochdruckpumpe auf der einen Seite der Membran ein hydrostatischer Druck aufgebracht, der größer ist als der osmotische Druck im Rohwasser. In Umkehrung des Vorgangs der natürlichen Osmose diffundiert hierdurch das Lösungsmittel — also das reine Wasser — durch die Membran hindurch, während sich auf der anderen Seite des Systems die im Wasser gelösten Substanzen aufkonzentrieren. Das so erzeugte Reinwasser wird als Permeat bezeichnet, die aufkonzentrierte Lösung als Konzentrat.

Umkehrosmoseanlagen, die speziell für medizinische Zwecke ausgelegt sind, sollten nicht mit Vorrats- oder Puffertanks ausgerüstet sein, um strömungslose Totzonen möglichst zu vermeiden und das Verkeimungsrisiko gering zu halten. In Dialysestationen werden deshalb totzonenfreie Ringleitungen verlegt, in denen das erzeugte Permeat ständig im Kreis fließt und nach Bedarf entnommen wird.

In einer Dialysestation schwankt der Bedarf an Permeat sehr stark. Zwischen Spülphase der angeschlossenen Dialysegeräte und dem sukzessiven Abhängen der Patienten nach der Behandlung können Schwankungen bis zu 75 Prozent auftreten. Üblicherweise wird die Umkehrosmoseanlage deshalb nur bei 60 bis 70 Prozent ihrer Leistungsgrenze betrieben. Ein Teil des überfließenden Konzentrats kann über eine Rückföhrleitung zur Pumpe rückgeföhrt und erneut in das Umkehrosmosemodul eingespeist werden, wodurch Energie gespart wird. Überschüssiges Konzentrat, das nicht rückgeföhrt werden kann, muß aber in den Abfluß geleitet werden. Das bedeutet, daß ein nicht unbedeutender Anteil des aus dem Zufluß entnommenen Trinkwassers nutzlos als Konzentrat verworfen wird.

Der Systemwirkungsgrad einer Umkehrosmoseanlage der hier in Rede stehenden Art ist definiert durch das Verhältnis zwischen der Menge des erzeugten — und entnommenen — Permeats und der Zulaufmenge von Rohwasser. Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, den Systemwirkungsgrad einer an eine Ringleitung angeschlossenen Umkehrosmoseanlage zu erhöhen.

Bei der Lösung dieses technischen Problems wird ausgegangen von einer Umkehrosmoseanlage mit einem Zufluß für ungereinigtes Rohwasser, einem semipermeablen Membran enthaltenden Umkehrosmosemodul, einer zwischen Zufluß und Umkehrosmosemodul angeordneten Pumpe zum Aufbau eines hohen hydrostatischen Drucks vor der Membran, einer ausgangsseitig an das Umkehrosmosemodul angeschlossenen Ringleitung, einer Rückföhrleitung zur Rückföhrung überfließenden Konzentrats zur Pumpe und einem Abfluß für überschüssiges Konzentrat. Eine solche, insbesondere für Dialysestationen geeignete Umkehrosmoseanlage ist beispielsweise aus der EU 0 436 098 A2 bekannt.

Gelöst wird das gestellte technische Problem durch

die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 sowie die analogen Verfahrensschritte des auf die Angabe eines Verfahrens zur Regelung einer Umkehrosmoseanlage der erwähnten Art gerichteten Patentanspruchs 4.

Zur Anpassung des Systemwirkungsgrades an die aktuelle Betriebssituation sind erfindungsgemäß zwei separate Regeleinrichtungen vorgesehen. Die Pumpenregelung regelt in Abhängigkeit der Meßwerte des zugehörigen Drucksensors die Motorleistung der Pumpe so, daß ein Druckabfall in der Ringleitung infolge der Entnahme von Permeat sofort ausgeglichen wird, wodurch der Druck in der Ringleitung konstant gehalten wird. Die Konzentratregelung steuert in Abhängigkeit der Signale von den Durchflußsensoren die angeordneten Regelventile in der Rückföhrleitung bzw. vor dem Abfluß so, daß immer die maximal zulässige Menge überströmenden Konzentrats zur Pumpe rückgeföhrt und möglichst wenig in den Abfluß geleitet wird. Die gemäß der Erfindung geregelte Umkehrosmoseanlage zeichnet sich durch einen optimierten Systemwirkungsgrad aus, das heißt, es wird immer gerade so viel Permeat erzeugt, wie von der Dialysestation aus der Ringleitung entnommen wird. Um eine möglichst lange Standzeit der semipermeablen Membran zu erreichen, wird die Anlage dabei nur bis zu einem bestimmten Systemwirkungsgrad, der von der Qualität des zulaufenden Rohwassers abhängt, betrieben.

Eine weitere Verfeinerung der Regelungscharakteristik kann erreicht werden, wenn zusätzlich der hydrostatische Druck vor der Membran des Umkehrosmosemoduls gemessen und der Konzentratregelung als weitere Steuergröße zugeföhrt wird. Eine erhöhte Betriebssicherheit ergibt sich, wenn darüberhinaus die Menge des entnommenen Permeats laufend mittels eines an der Ringleitung vorgesehenen Durchflußsensors erfaßt und somit überwacht wird.

Obwohl die Pumpenregelung und die Konzentratregelung meßtechnisch voneinander unabhängig sind, ergibt sich eine gegenseitige Beeinflussung durch die physikalischen Parameter Druck und Durchflußmenge. Wird beispielsweise die Pumpenleistung infolge der Entnahme von Permeat aus der Ringleitung erhöht, ergibt sich dadurch zwangsweise ein erhöhter Flüssigkeitsdurchsatz, auf den die Konzentratregelung reagiert. In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung werden deshalb die Mengen rückgeföhrten bzw. verworfenen Konzentrats und die Regelung der Pumpe mittels eines Kennlinienfeldes so aufeinander abgestimmt, daß das Verhältnis zwischen der Menge des zulaufenden Rohwassers und des aus der Ringleitung entnommenen Permeats stets möglichst groß ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachstehend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Umkehrosmoseanlage für eine Dialysestation in einem stark vereinfachten Prinzipbild;

Fig. 2 die Regelung der Anlage von Fig. 1.

Der in Fig. 1 schematisch dargestellten Umkehrosmoseanlage wird ungereinigtes Rohwasser über einen Zufluß Zu aus der Trinkwasserleitung zugeföhrt. Kern der Anlage ist ein Umkehrosmosemodul UOM, dessen semipermeable Membran das überfließende Konzentrat von dem durch die Membran hindurchdiffundierten Permeat trennt. Zwischen Zufluß Zu und Umkehrosmose Modul UOM ist eine Pumpe P angeordnet, die einen hohen hydrostatischen Druck vor der Membran aufbaut. Ausgangsseitig ist mit dem Umkehrosmosemodul

UOM eine Ringleitung Ri verbunden, aus der die angeschlossenen Dialysegeräte nach Bedarf Permeat entnehmen. Überfließendes Konzentrat gelangt über eine Rückführleitung Rü zur Pumpe P zurück. Überschüssiges Konzentrat, das nicht rückgeführt werden kann, wird in einen Abfluß Ab geleitet.

In der Ringleitung Ri ist ein Drucksensor P1 vorgesehen, der die Druckschwankungen in der Ringleitung infolge Permeatentnahme erfaßt. Mit diesem Drucksensor P1 steht eine elektronische Pumpenregelung PR in Wirkverbindung. Diese regelt die Motorleistung der Pumpe P so, daß der Druck in der Ringleitung Ri möglichst konstant bleibt.

In der Rückführleitung Rü ist ein erster Durchflußsensor S1 vorgesehen, der die Menge des zur Pumpe P rückgeführten Konzentrats erfaßt. Ein zweiter Durchflußsensor S2 erfaßt die Menge des in den Abfluß Ab geleiteten Konzentrats. Den beiden Durchflußsensoren S1 und S2 ist jeweils ein Regelventil V1 bzw. V2 zugeordnet. Eine mit den beiden Durchflußsensoren S1 und S2 sowie den beiden Regelventilen R1 und R2 in Wirkverbindung stehende elektronische Konzentratregelung KR steuert die Menge des rückgeführten Konzentrats und die Menge des verworfenen Konzentrats. Ein zusätzlicher Drucksensor P2 mißt den hydrostatischen Druck vor der Membran des Umkehrosomosemoduls UOM und gibt ein entsprechendes Signal als weitere Steuergröße an die Konzentratregelung KR ab.

Ein weiterer, an der Ringleitung Ri vorgesehener Durchflußsensor S3 erfaßt die tatsächlich zu Dialysezwecken entnommene Menge an Permeat. Dieser Wert wird einer Überwachungseinheit ÜE zugeführt, welche die gesamte Anlage überwacht.

Die Regelung der Anlage anhand vorgegebener Istwerte und der erfaßten Sollwerte verdeutlicht das Diagramm von Fig. 2.

Die Pumpenregelung PR reagiert auf eine Abweichung des vom Drucksensor P1 gemessenen Ist-Drucks in der Ringleitung Ri vom vorgegebenen Soll-Druck durch eine Erhöhung der Motorleistung der Pumpe P1 und damit des hydrostatischen Drucks vor der Membran des Umkehrosomosemoduls UOM.

Die Konzentratregelung KR reagiert auf Abweichungen der vom Durchflußsensor S1 gemessenen Ist-Menge des rückgeführten Konzentrats bzw. der Istmenge des über den Abfluß Ab verworfenen Konzentrats von den entsprechenden vorgegebenen Soll-Mengen. Die beiden Regelventile V1 und V2 werden entsprechend gesteuert.

Die Pumpenregelung PR und die Konzentratregelung KR sind mittels eines Kennlinienfeldes so aufeinander abgestimmt, daß das Verhältnis zwischen der Menge des zulaufenden Rohwassers und des entnommenen Permeats möglichst groß ist. Dies soll folgendes Beispiel erläutern: Eine Umkehrosomoseanlage, die bis zu 1000 Liter Permeat pro Stunde erzeugen kann, versorgt eine Dialysestation, die nur 500 Liter pro Stunde benötigt. Die Pumpenregelung PR regelt deshalb die Motorleistung der Pumpe P auf ungefähr die Hälfte ihrer Nennleistung herunter. Der hydrostatische Druck innerhalb des Umkehrosomosemoduls UOM stellt sich dabei auf 50 bis 60 Prozent des maximal zulässigen Betriebsdruckes ein. Für diesen Druckbereich gibt es einen optimalen Wert für die an der semipermeablen Membran vorbeifließende Menge von Konzentrat. Um einen Systemwirkungsgrad von 90 Prozent zu erreichen, darf in diesem Fall höchstens 46 Liter Konzentrat pro Stunde in den Abfluß Ab geleitet werden. Die Pumpenregelung PR

steuert die Regelventile V1 und V2 so, daß sich das vorgegebene Verhältnis zwischen rückgeführtem und verworfenem Konzentrat einstellt. Die Konzentratregelung muß ferner die Randbedingung beachten, daß mindestens 800 Liter Konzentrat pro Stunde aus dem Umkehrosomosemodul UOM abfließen muß, um die empfindliche Membran vor einer Überkonzentration und ausfallenden Salzen zu schützen.

#### 10 Bezugszeichenliste

Zu Zufluß  
UOM Umkehrosomosemodul  
P Pumpe  
15 Ri Ringleitung  
Rü Rückführleitung  
Ab Abfluß  
P1 Drucksensor (an Ri)  
P2 Drucksensor (an UOM)  
20 S1 Durchflußsensor (in Rü)  
S2 Durchflußsensor (vor Ab)  
S3 Durchflußsensor (in Ri)  
V1 Regelventil  
V2 Regelventil  
25 PR Pumpenregelung  
KR Konzentratregelung  
ÜE Überwachungseinheit

#### Patentansprüche

1. Umkehrosomoseanlage zur Erzeugung von Permeat, insbesondere für die Dialyse, umfassend

- einen Zufluß für ungereinigtes Rohwasser;
- ein Umkehrosomosemodul mit einer semipermeablen Membran, die das Konzentrat vom Permeat trennt;
- eine zwischen Zufluß und Umkehrosomosemodul angeordnete Pumpe zum Aufbau eines hohen hydrostatischen Drucks vor der Membran;
- eine ausgangsseitig an das Umkehrosomosemodul angeschlossene Ringleitung, aus der laufend nach Bedarf Permeat entnommen wird;
- eine Rückführleitung zur Rückführung überfließenden Konzentrats zur Pumpe;
- einen Abfluß für überschüssiges Konzentrat;

#### gekennzeichnet durch

- einen Drucksensor (P1) zur Messung des Drucks in der Ringleitung (Ri);
- eine mit dem Drucksensor (P1) in Wirkverbindung stehende elektronische Pumpenregelung (PR) zur Regelung der Motorleistung der Pumpe (P);
- einen ersten Durchflußsensor (S1), der die Menge des zur Pumpe (P) rückgeführten Konzentrats erfaßt;
- einen zweiten Durchflußsensor (S2), der die Menge des in den Abfluß (Ab) geleiteten Konzentrats erfaßt;
- ein erstes Regelventil (V1) in der Rückführleitung (Rü);
- ein zweites Regelventil (V2) vor dem Abfluß (Ab);
- eine mit den beiden Durchflußsensoren (S1) und (S2) sowie den beiden Regelventilen (V1) und (V2) in Wirkverbindung stehende elektro-

nische Konzentratregelung (KR) zur Steuerung der Menge des rückgeführten Konzentrats und der Menge des verworfenen Konzentrats.

2. Umkehrosmoseanlage nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen zusätzlichen, am Umkehrosmosemodul (UOM) vorgesehenen und mit der Konzentratregelung (KR) in Wirkverbindung stehenden Drucksensor (P2) zur Messung des hydrostatischen Drucks vor der Membran. 5 10

3. Umkehrosmoseanlage nach Anspruch 2 oder 3, gekennzeichnet durch einen dritten, an der Ringleitung (Ri) vorgesehenen Durchflußsensor (S3) zur Erfassung der Menge des entnommenen Permeats.

4. Verfahren zur Regelung einer Umkehrosmoseanlage gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte: 15

- Messen des Drucks in der Ringleitung;
- Erfassen der Menge des zur Pumpe rückgeführten Konzentrats; 20
- Erfassen der Menge des in den Abfluß geleiteten Konzentrats;
- Steuerung der Menge des rückgeführten Konzentrats und der Menge des verworfenen Konzentrats; 25
- Regelung der Motorleistung der Pumpe in Abhängigkeit des Drucks in der Ringleitung und der Mengen rückgeführten bzw. verworfenen Konzentrats. 30

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der hydrostatische Druck vor der Membran des Umkehrosmosemoduls gemessen und der Konzentratregelung als Steuergröße zugeführt wird. 35

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des aus der Ringleitung entnommenen Permeats erfaßt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Mengen rückgeführten bzw. verworfenen Konzentrats und die Regelung der Pumpe mittels eines Kennlinienfeldes so aufeinander abgestimmt werden, daß das Verhältnis zwischen der Menge des zulaufenden Rohwassers und des aus der Ringleitung entnommenen Permeats stets möglichst groß ist. 40 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

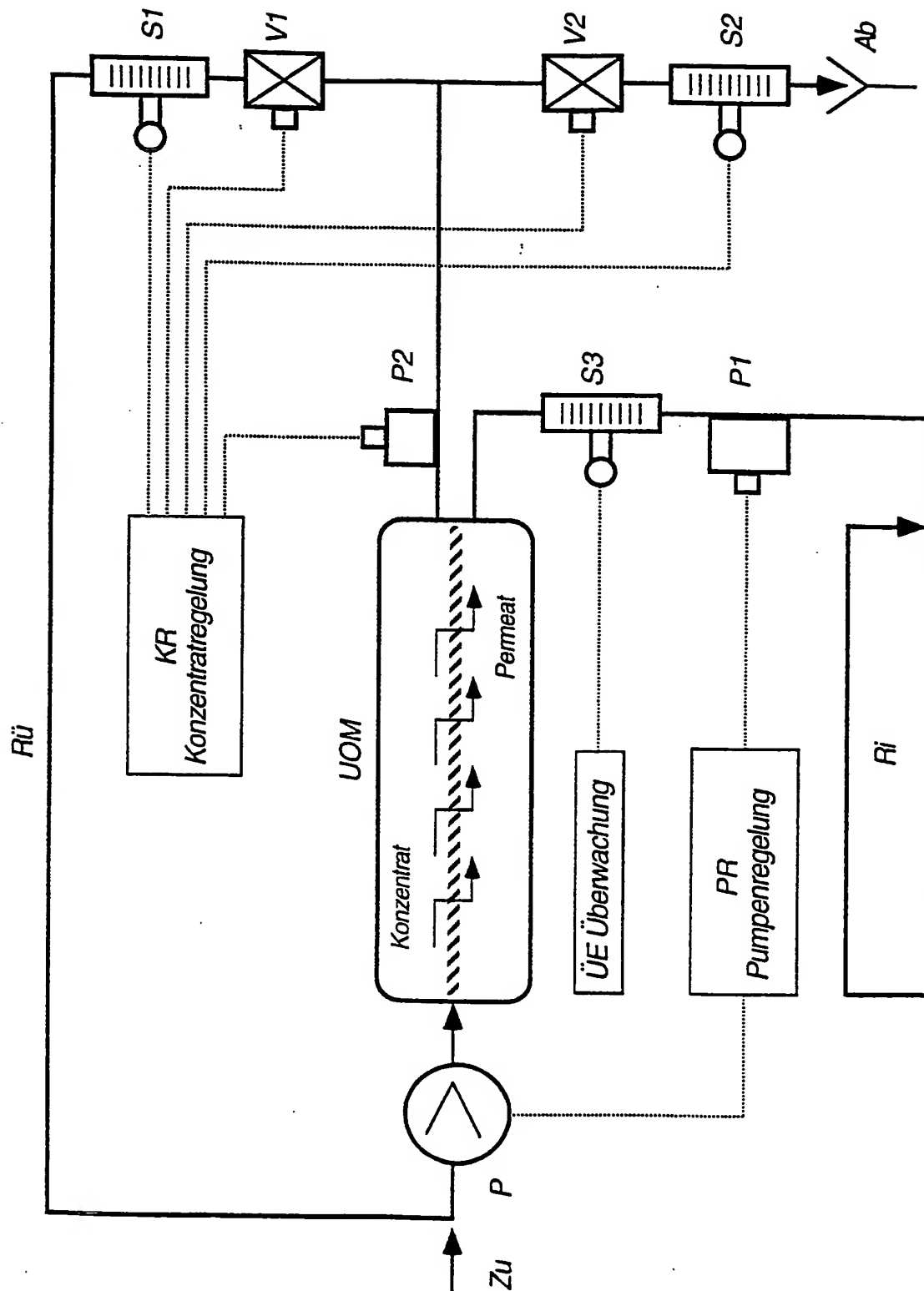
---

50

55

60

65



**Fig. 1**

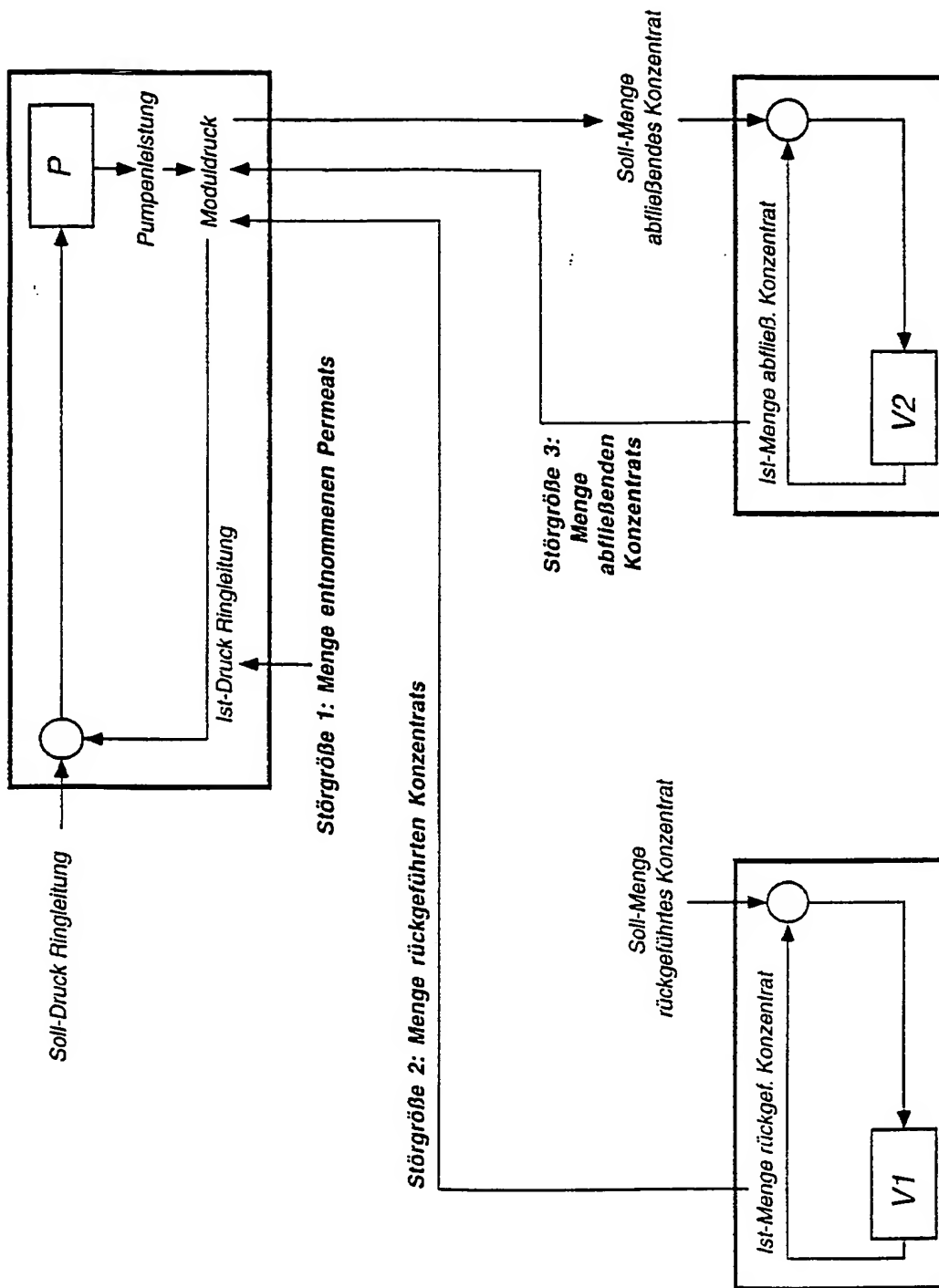


Fig. 2